

## 明 細 書

### 電源装置

### 技術分野

[0001] 本発明はキャパシタに蓄電する電源装置におけるキャパシタの異常検出に関する。

### 背景技術

[0002] 一般に電源装置の蓄電用として用いられる大容量のキャパシタユニットは、主電源の負荷変動時の安定用として使用される。また一番厳しい応用としては、主電源が故障した場合のバックアップ動作電源として使用される。例えば車載ブレーキシステムなどに適用する場合には高信頼性が要求される。キャパシタユニットの劣化状態を検出する方法としては、充電時にキャパシタユニットの抵抗値や容量値を測定してキャパシタユニットの劣化状態を監視する方法が知られている。または、キャパシタユニット内のあるキャパシタに所定値以上の電圧が加わると、該当するキャパシタに並列に入っている放電回路を動作させて、キャパシタの電圧バランスをとる監視方法が知られている。

[0003] なお、この出願の発明に関する先行技術文献情報としては、例えば、特開平10-174285号公報が知られている。

[0004] しかしながらキャパシタ単体の異常が発生しても、キャパシタユニット全体としては大きな変化として検出することが難しいという課題があった。またバランス動作回路が故障した場合などには異常検出が不能となり、非常状態でキャパシタユニットによるバックアップ動作が要求される場合に、その動作が保証されないという課題があった。

### 発明の開示

[0005] 本発明の電源装置は、キャパシタを直列または直並列に接続したキャパシタユニットと、キャパシタユニットに定電流で充電する充電部と、各キャパシタの高電位側の電圧を検出する検出部と、検出部の電圧から異常の有無を判定する判定部と、判定部からの判定結果を出力する通信部を備えた電源装置において、隣接するキャパシタ

の高電位側の電圧間の差に、上限電圧値 $V_a$ を超えるものがあった時、または下限電圧値 $V_b$ 未満のものがあった時、または負電圧のものがあった時に判定部で異常と判定することを特徴とする。

[0006] これにより、各キャパシタに加わる異常電圧やショート故障を検出することでキャパシタユニットの異常検知が可能となり高信頼性が保証できるものである。

#### 図面の簡単な説明

[0007] [図1]図1は本発明の一実施の形態における電源装置の構成図を示す。

[図2]図2は同実施の形態におけるキャパシタユニットの高電位側の電圧を説明する図を示す。

[図3]図3は同実施の形態におけるキャパシタユニットのセルショート時と容量バラツキとの関係を示す図を示す。

[図4]図4は本発明の実施の形態におけるキャパシタユニットが、直列に $N$ 個のキャパシタが接続され、並列に $M$ 列接続された直並列接続で構成される場合を示す図である。

#### 符号の説明

- [0008]
- 1 バッテリー
  - 2 電源装置
  - 3 車載電子デバイス
  - 4 判定部
  - 5 通信部
  - 6 検出部
  - 7 キャパシタユニット
  - 8 充電部
  - 9 通信出力端子
  - 10 バックアップ出力端子

#### 発明を実施するための最良の形態

[0009] (実施の形態)

以下、本発明の実施の形態について図面を用いて説明する。図1は車載電子デバ

イスに対する非常用のバックアップ電源装置として、蓄電用キャパシタを搭載した電源装置の構成図を示す。

- [0010] 電気二重層キャパシタからなるキャパシタユニット7は、未使用時には寿命を延ばすために電荷を抜いておく必要がある。従って、降車時には放電し、乗車時にバッテリーから充電を行う。使用時に必要に応じて再充電を行う際には、充電部8を通じて定電流で充電を行う。バッテリー1がはずれるなどして主電源が落ちる非常時には、キャパシタユニット7よりバックアップ出力端子10を通して車載電子デバイス3にエネルギーを供給する。
- [0011] 図2は本発明の実施の形態におけるキャパシタユニットの高電位側の電圧を説明する図である。図2において、キャパシタユニット7は、N個のキャパシタ71, 72, 73, ... 7Nが直列接続されて構成されており、その両端が出力端子110と接地端子120とに接続されている。なお、ここではキャパシタ71から7Nを全て直列に接続した例を説明するが、これは直並列接続としてもよい。また、前記Nを直列数と呼ぶ。すなわち、図2の直列接続のみの場合はキャパシタの数が直列数Nとなる。図4は本発明の実施の形態におけるキャパシタユニットが、直列にN個のキャパシタが接続され、並列にM列接続された直並列接続で構成される場合を示す図である。図4において、例えばN=4、M=3とすると、直列に4個接続されたキャパシタを3列並列にマトリックス状に接続したキャパシタユニットとなる。この場合の直列数Nは4となる。
- [0012] このキャパシタユニット7の充電時において検出部6により各キャパシタの充電時の電圧を監視し、判定部4にその電圧値を伝達する。各キャパシタに印加される電圧は、図2に示すように隣接するそれぞれの高電位側の電圧の差で求められる。例えば、最上部のキャパシタ71では、その高電位側の電圧値は $V_{h1}$ であり、その下のキャパシタ72の高電位側の電圧値は $V_{h2}$ であるので、最上部のキャパシタ71のキャパシタに印加される電圧は $V_{h1} - V_{h2}$ で求められる。ただし、最下部のキャパシタ7Nについては、片側が接地端子120に接続されているので零電位となり、キャパシタ7Nに印加される電圧の値としては $V_{hN}$ がそのまま用いられる。
- [0013] ここで、判定部4で判定する上限電圧値 $V_a$ は、キャパシタ1セル当たりの耐電圧値 $V_t$ と設定すればよい。

- [0014] また、通常キャパシタに容量バラツキが無い場合には、各キャパシタの電圧は、キャパシタユニットの出力端子110と接地端子120との間に印加される充電電圧 $V_c$ の $1/N$ となっている。しかし、充電回路の異常やキャパシタの容量バラツキ等がある場合、キャパシタの電圧が少なくともこの半分の電圧すなわち、

$$V_c / (2N)$$

に至らない時は、充電不能またはショート故障などの異常と判定できる。従って、判定部4で判定する下限電圧値 $V_b$ をこの値に設定する。また、キャパシタの電圧が負電圧であった時は、回路やキャパシタの安全上、異常と判定する。

- [0015] 次に、判定を開始する電圧について説明する。

- [0016] 図3は本実施の形態におけるキャパシタユニットのセルショート時と容量バラツキとの関係を示す図である。キャパシタの容量バラツキ及びショート故障がある場合は、図3に示すようにショート故障したキャパシタ分の電圧が残りのキャパシタに割り増しされて印加される。容量バラツキの割合を示す値を $dev$ とする。そして、図3において、例えば最下部のキャパシタ $70N$ が容量バラツキの下限である $C \times (1 - dev)$ の値で、残りのキャパシタが容量バラツキの上限である $C \times (1 + dev)$ の値であるとしたとき、この下限のキャパシタ $70N$ の充電時の電圧 $V_k$ は最大となる。

- [0017] そこで、ショート故障のキャパシタが含まれる直列段数を $M$ とし、直列数を $N$ として、ショート故障していないキャパシタの中で、1つのキャパシタが容量の下限バラツキの値であるとし、残りのキャパシタが容量の上限バラツキの値であるとする。このとき、容量の下限バラツキの値のキャパシタの充電時の電圧値を $V_k$ 、容量の上限バラツキの値のキャパシタの充電時の電圧値を $V_j$ とすると、次式の関係が成り立つ。

- [0018]  $V_k + (N - 1 - M) \times V_j = V_c$  (式1)

なお、直列段数 $M$ は、図3の直列接続のみの場合はショート故障したキャパシタの数になるが、直並列接続の場合は直列方向のキャパシタの内1つでもショート故障すると、そのキャパシタと並列に接続された他のキャパシタもショートすることになるので、ショート故障したキャパシタが含まれる段(並列方向)の数を $M$ とする。従って、同じ段のキャパシタが複数ショート故障しても $M$ は1として数える。

- [0019] また、直列接続のキャパシタには同じ充電電流が流れるため、各キャパシタの容量

と充電時の電圧は反比例する。従って、次式が成り立つ。

$$[0020] \quad V_k/V_j = (1 + \text{dev}) / (1 - \text{dev}) \quad (\text{式2})$$

上記2つの式より、 $V_k$ を求めると次式のようになる。

$$[0021] \quad V_k = V_c \times \{1 / (1 - \text{dev})\} / \{(N - 1 - M) / (1 + \text{dev}) + 1 / (1 - \text{dev})\} \quad (\text{式3})$$

この電圧値 $V_k$ をキャパシタの耐電圧値 $V_t$ とし、この時の充電時の電圧値 $V_c$ を $V_t$ で解くと次式のようになる。

$$[0022] \quad V_c = V_t \times \{1 + (N - 1 - M) \times (1 - \text{dev}) / (1 + \text{dev})\} \quad (\text{式4})$$

したがって、この $V_c$ に計測誤差などの検出誤差マージン $\alpha$ を考慮して、判定開始の所定の電圧値 $V_d$ を

$$V_d = V_t \times \{1 + (N - 1 - M) \times (1 - \text{dev}) / (1 + \text{dev})\} - \alpha$$

とする。よって、 $V_c$ がこの電圧値 $V_d$ 以下から判定を行うようにすれば、異常時にキャパシタに過電圧が加わる前にその異常の検出を行うことができる。具体的には、例えばキャパシタの満充電電圧を $V_f$ とすると、 $V_c$ が $V_d = 0.8V_f$ に至るまでに判定を行えばよい。

[0023] そして、これら異常が判定された時は、通信部5により、通信出力端子9から外部のシステム、例えば図3における車載電子デバイス、に異常を示す信号を伝達する。このことにより、外部のシステムがシステム全体としての安全動作を確保することが可能となる。

[0024] 以上のことから、キャパシタの異常が検知でき、高信頼性が図れる。それとともに、多数のキャパシタを扱う判定処理に関しては、制御処理が混み合い演算処理の負荷が重くなるキャパシタの充電開始直後から行う必要はなく、 $V_d$ 以下で演算処理の負荷が軽くなる時点、例えば $V_c = 0.5V_f$ となる時点から行うことが可能となる。そのため、演算処理の負荷が軽くなり、実施する上で有用であり効果が大なるものとなる。

#### 産業上の利用可能性

[0025] 本発明にかかるキャパシタの異常を判定する電源装置は、高信頼性を有し、キャパシタ充電のための電源装置としての使用に有効である。

## 請求の範囲

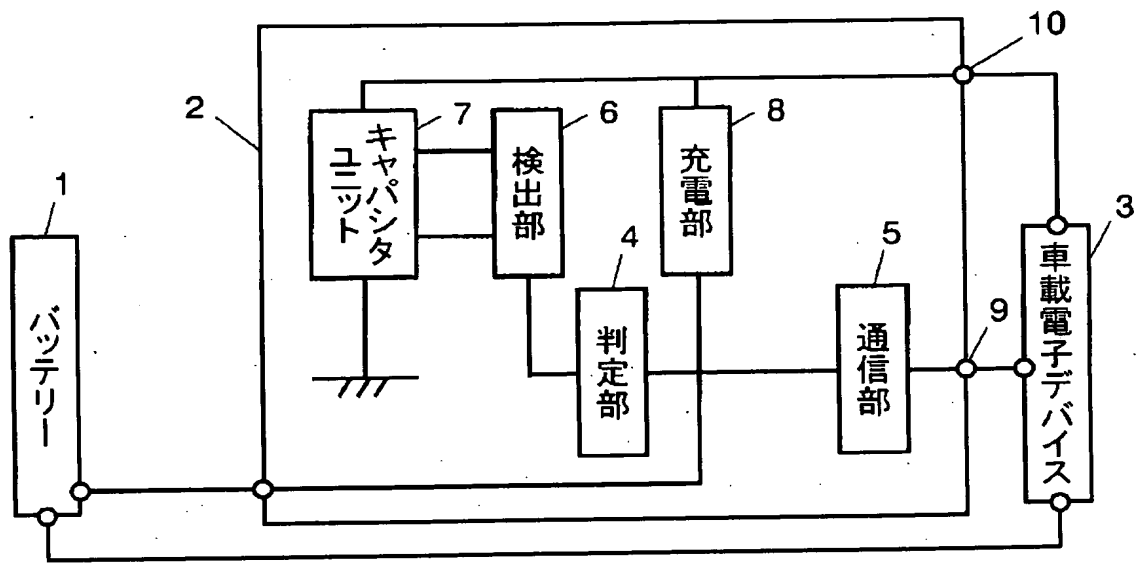
- [1] キャパシタを直列または直並列に接続したキャパシタユニットと、前記キャパシタユニットに定電流で充電する充電部と、前記各キャパシタの高電位側の電圧を検出する検出部と、前記検出部の電圧から異常の有無を判定する判定部と、前記判定部からの判定結果を出力する通信部を備えた電源装置において、隣接する前記キャパシタの高電位側の電圧間の差に、上限電圧を超えるものがあつた時、または下限電圧未満のものがあつた時、または負電圧のものがあつた時に判定部で異常と判定するようにしたことを特徴とする電源装置。
- [2] 上限電圧の値を、キャパシタ1セル当たりの耐電圧の値としたことを特徴とする請求項1に記載の電源装置。
- [3] キャパシタユニットの充電電圧の値を $V_c$ とし、キャパシタの直列数を $N$ とした時、下限電圧 $V_b$ の値を、
$$V_b = V_c / (2N)$$
としたことを特徴とする請求項1に記載の電源装置。
- [4] キャパシタユニットの充電電圧の値が、所定の電圧値以下から判定を行うようにしたことを特徴とする請求項1に記載の電源装置。
- [5] キャパシタ1セル当たりの耐電圧の値を $V_t$ とし、キャパシタの容量バラツキを $dev$ とし、キャパシタ総数を $N$ とし、ショート故障のキャパシタが含まれる直列段数を $M$ とし、検出誤差マージンを $\alpha$ とする時、所定の電圧値 $V_d$ を、
$$V_d = V_t \times \{1 + (N - 1 - M) \times (1 - dev) / (1 + dev)\} - \alpha$$
としたことを特徴とする請求項4に記載の電源装置。

## 補正書の請求の範囲

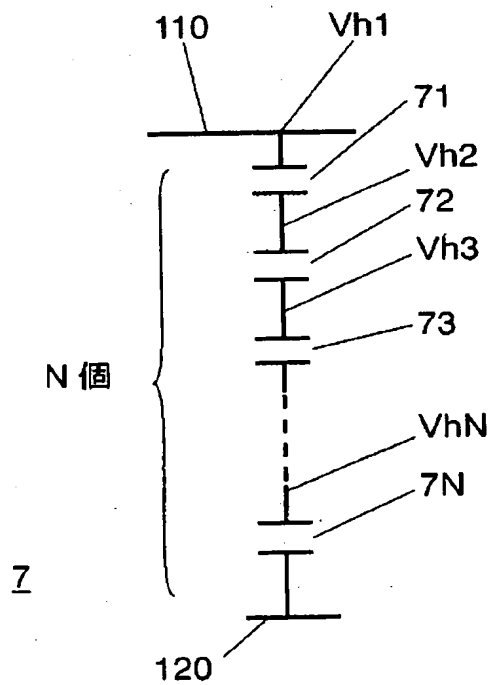
[2006年4月19日 (19. 04. 2006) 国際事務局受理]

- [1] (補正後) キャパシタを直列または直並列に接続したキャパシタユニットと、前記キャパシタユニットに定電流で充電する充電部と、前記各キャパシタの高電位側の電圧を検出する検出部と、前記検出部の電圧から演算処理を行い異常の有無を判定する判定部と、前記判定部からの判定結果を出力する通信部を備え、隣接する前記キャパシタの高電位側の電圧間の差に、上限電圧  $V_a$  を超えるものがあつた時、または下限電圧  $V_b$  未満のものがあつた時、または負電圧のものがあつた時に判定部で異常と判定する電源装置において、前記キャパシタの充電開始直後には前記判定を行わず、前記キャパシタユニットの充電電圧  $V_c$  が所定の電圧値  $V_d$  以下の時点から前記判定を行うようにしたことを特徴とする電源装置。
- [2] 上限電圧の値を、キャパシタ 1 セル当たりの耐電圧の値としたことを特徴とする請求項 1 に記載の電源装置。
- [3] キャパシタユニットの充電電圧の値を  $V_c$  とし、キャパシタの直列数を  $N$  とした時、下限電圧  $V_b$  の値を、
$$V_b = V_c / (2N)$$
としたことを特徴とする請求項 1 に記載の電源装置。
- [4] (削除)
- [5] (補正後) キャパシタ 1 セル当たりの耐電圧の値を  $V_t$  とし、キャパシタの容量バラツキを  $d_{ev}$  とし、キャパシタの直列数を  $N$  とし、ショート故障のキャパシタが含まれる直列段数を  $M$  とし、検出誤差マージンを  $\alpha$  とする時、所定の電圧値  $V_d$  を、
$$V_d = V_t \times \{1 + (N - 1 - M) \times (1 - d_{ev}) / (1 + d_{ev})\} - \alpha$$
としたことを特徴とする請求項 1 に記載の電源装置。

[図1]

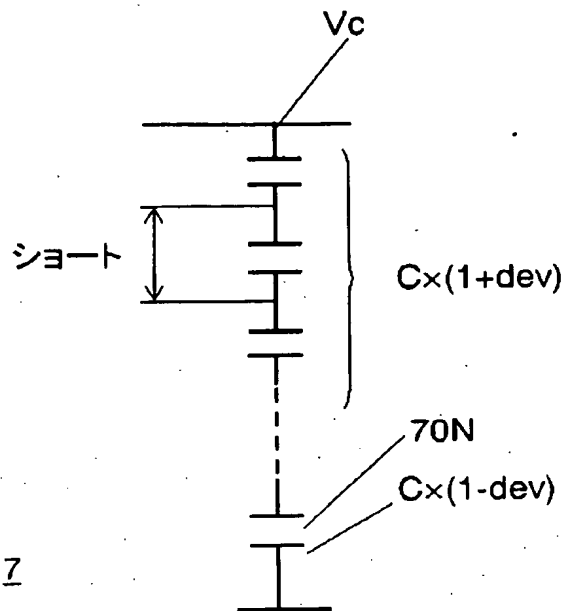


[図2]





[図3]



[図4]

